

10º JORNADA ACADÊMICA
10 a 12 de Novembro de 2016
UEG – Câmpus Santa Helena de Goiás, GO

DETECÇÃO DE BORDAS EM IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNETICA

Ana Carolina Tavares de Lira¹, Tiago Aparecido Cavalcante Pereira¹, Douglas da Silva Rodrigues, Fernando Augusto Tiago Lavrins¹, Glauco Vitor Pedrosa²

¹ Discentes do Curso de Sistemas de Informação da UEG – Câmpus Santa Helena de Goiás, anacarolinatavareslira@gmail.com, tiagocavalcante10@hotmail.com, douglas_dsr@live.com, fernadorv@gmail.com

² Docente do Curso de Sistemas de Informação da UEG – Câmpus Santa Helena de Goiás. glauco.pedrosa@ueg.br

Resumo – Nas últimas décadas, a ressonância magnética teve exponencial aprimoramento técnico, tornando-a um importante auxílio ao diagnóstico médico através da detecção de lesões, assim como na avaliação do seu grau de extensão. Através da ressonância magnética pode-se diagnosticar várias patologias como: esclerose múltipla; tumores na glândula pituitária e no cérebro; infecções no cérebro, medula espinhal ou articulações; visualizar ligamentos rompidos no pulso, joelho e tornozelo; diagnosticar derrames em seus estágios iniciais. Este artigo apresenta a aplicação de técnicas de processamento digital aplicadas a imagens médicas de ressonância magnética. O objetivo principal desse trabalho é destacar o contorno dos órgãos dessas imagens utilizando operadores de detecção de bordas conhecidos na literatura: gradiente, Robert, Sobel e Prewitt. Para realçar o contorno, a nitidez e o formato dos órgãos em imagens de ressonância magnética, esses operadores foram aplicados diretamente sobre as imagens e alguns exemplos são apresentados, comparando a qualidade dessas quatro técnicas na detecção do contorno dos órgãos. Como resultado, concluiu-se que o operador de gradiente apresentou um melhor resultado na detecção dos órgãos e dos ossos do que os outros operadores.

Palavras-chave: Ressonância magnética, processamento de imagens, detectores de bordas.

EDGE DETECTION IN MAGNETIC RESONANCE IMAGES

ABSTRACT

In the last decades, MRI had an exponential technical improvement, making its use an aid to medical diagnosis by detecting lesions, as well as the evaluation of their extent. By MRI the medical specialist can diagnosed: multiple sclerosis; tumors of the pituitary gland and brain; infections in the brain, spinal cord and joints; view torn ligaments in the wrist, knee and ankle; diagnose stroke in its early stages. This paper presents the application of digital processing techniques applied to medical imaging MRI. The main objective of this work is to highlight the outline of the bodies of these images using edge detection operators known in the literature: gradient, Robert, Sobel and Prewitt. To enhance the contour sharpness and organ size in magnetic resonance imaging, these operators were applied directly on the images and some examples are presented, comparing the quality of these four techniques in organ contour detection. As a result, it was found that the gradient operator gives a better result in the detection of organ and bone than other operators.

KEYWORDS: Magnetic resonance imaging, image processing, edge detectors.

INTRODUÇÃO

A ressonância magnética é atualmente o exame médico que nos fornece as mais nítidas imagens do corpo humano e por isso acaba ficando restrita aos casos em que os outros exames de imagem não conseguem ser suficientemente bons.

Ressonância magnética é um processo que utiliza de radiação, já que o aparelho utilizado para o processo possui um campo magnético altamente potente. A ressonância magnética de uma forma geral é caracterizada como um exame que ocorre para a realização de diagnóstico por imagem. Essas imagens por sua vez são em alta definição de várias partes do corpo humano, como os órgãos. Esse processo utiliza-se não só do potente campo magnético, como também de um computador e de pulsos de radiofrequência. E por conta disso que esse processo de ressonância pode diagnosticar ou detectar uma variedade de anormalidade no corpo humano, o que muitas vezes não é possível detectar por meio de outros exames. É por meio dessa técnica que se torna possível estudar o próprio corpo humano, com uma variedade de detalhes e sem necessitar de raio x. Existe outras técnicas que

os médicos usam para obter com mais detalhes um determinado local do paciente, entres eles o raio x, a ultrassonografia e a tomografia computadorizada.

Esse trabalho tem o objetivo de detectar o contorno (bordas) dos órgãos em imagens de ressonância magnética. A detecção de bordas é um dos passos mais importantes do processamento de imagens, já que bordas e contornos representam uma imagem pelos limites dos objetos e separação de regiões não similares em termos de intensidades de pixels, além disso, apresentam informação essencial de um objeto de interesse na imagem. A detecção de bordas é uma tarefa importante para o auxílio médico ao diagnóstico de patologias, já que realça o contorno dos órgãos e, com isso, ajuda o especialista a visualizar com nitidez informações importantes relacionadas que podem estar relacionadas ao diagnóstico de doenças.

Aqui, são apresentadas e comparadas quatro diferentes técnicas de detecção de bordas encontradas na literatura da área de processamento de imagens: Gradiente, Prewitt, Sobel e Roberts. A ideia do trabalho é comparar, visualmente, essas quatro técnicas e analisar o desempenho de cada uma delas na detecção dos contornos dos órgãos em imagens de ressonância magnética.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção são apresentados alguns conceitos básicos sobre processamento de imagens, bem como as técnicas desenvolvidas para a detecção de bordas em imagens de ressonância magnética.

DEFINIÇÃO DE IMAGEM DIGITAL

Computacionalmente, uma imagem digital é uma *matriz* em que cada posição é chamada de “pixel” e contém um valor numérico que representa uma cor ou um tom de cinza, conforme mostra a Figura 1-a, em que m e n correspondem à quantidade de colunas e linhas, respectivamente. Porém, matematicamente, pode-se definir uma imagem como uma função $f(x,y)$ para $x \in [0,m]$ e $y \in [0,n]$, tal como ilustrado na Figura 1-b, em que cada valor de x e y correspondem às coordenadas do pixel na imagem. Um pixel p na coordenada (x,y) está associada a um valor de intensidade correspondente a $f(x,y)$.

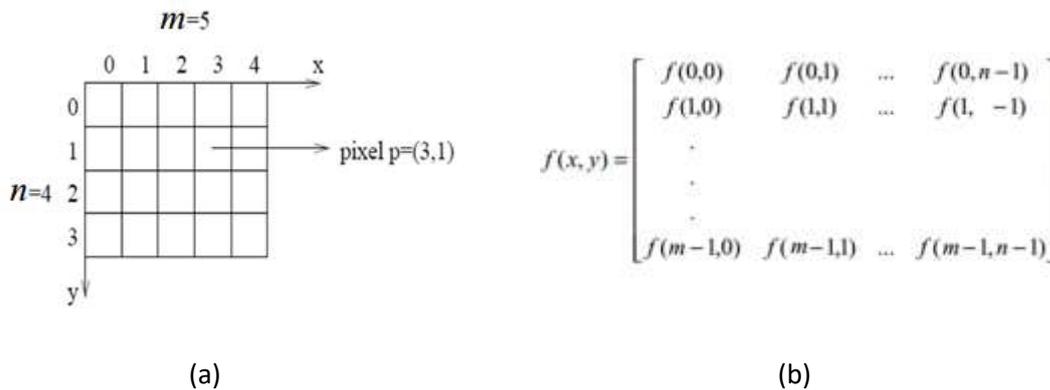


Figura 1: (a) Definição de imagem como uma matriz de pixels; (b) definição de imagem como uma função $f(x,y)$

OPERAÇÕES DE CONVOLUÇÃO COM MÁSCARAS

Convolução é uma operação unidimensional entre dois vetores A e B, denotada como $A*B$. A convolução pode ser entendida como um conjunto de somas de produtos entre os valores de A e B, sendo que inicialmente o vetor B é espelhado e após cada soma de produtos é deslocado espacialmente de uma posição. A figura 2 mostra um exemplo simples da operação de convolução de uma imagem com uma máscara.

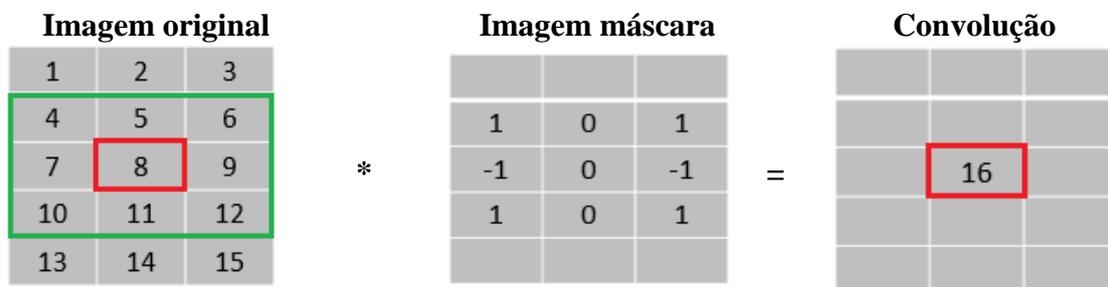


Figura 2: Processo de convolução de uma imagem.

Na imagem da esquerda da figura 2 está a imagem original mostrando cada pixel com seu valor próprio. O pixel a ser analisado (núcleo) está com a borda em vermelho. O núcleo irá atuar na área com as bordas verdes. Na imagem do meio está a máscara utilizada e a direita é o resultado da convolução da imagem original com a máscara para o ponto central (núcleo). Na imagem da convolução o filtro da máscara lê sucessivamente, da esquerda para a direita e de cima para baixo, todos os pixels da área de ação do núcleo. Ele multiplica o valor de cada um deles pelo valor correspondente da máscara e depois soma os resultados, ou seja, $\text{convolução} = [(4*1) + (5*0) + (6*1) + (7*-1) + (8*0) + (9*-1) + (10*1) + (11*0) + (12*1)] = 16$.

O processo de convolução descrito acima é realizado para todos os pixels da imagem.

TÉCNICAS PARA A DETECÇÃO DE BORDAS EM IMAGENS DIGITAIS

Uma Borda é o limite entre duas regiões com propriedades relativamente distintas de nível de cinza. Na literatura, temos várias técnicas propostas para tal tarefa. Nesse trabalho, são apresentados quatro das técnicas mais simples e mais utilizadas na literatura.

O OPERADOR GRADIENTE

Alguns algoritmos de detecção de bordas baseiam-se no conceito de vetor gradiente. O gradiente é um vetor que aponta para maior taxa de variação de $f(x,y)$. Para detecção de bordas, utiliza-se a magnitude do vetor gradiente que é definida conforme a equação abaixo:

$$\|\nabla f\| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

em que $\frac{df}{dx} = f(x+1, y) - f(x, y)$ e $\frac{df}{dy} = f(x, y+1) - f(x, y)$.

O OPERADOR DE ROBERTS

Para a detecção de bordas o método mais simples que existe talvez seja o operador de Roberts o qual pode ser descrito utilizando duas máscaras, conforme ilustrado na figura 3. Essas máscaras são convoluídas na imagem e seus valores são somados.

Bordas Verticais	Bordas Horizontais								
<table border="1"><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>-1</td></tr></table>	1	0	0	-1	<table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>-1</td><td>0</td></tr></table>	0	1	-1	0
1	0								
0	-1								
0	1								
-1	0								

Figura 3. Máscaras para o cálculo do operador de Robert

Uma desvantagem do operador de Roberts é a sua anisotropia, ou seja, sua assimetria. Dependendo da direção, certas bordas são mais realçadas que outras, mesmo tendo igual magnitude e as respostas são muito sensíveis a ruídos.

O OPERADOR DE PREWITT

O operador Prewitt utiliza-se máscaras 3x3 que simulam a derivada de direção horizontal e vertical conforme a figura 4.

Bordas Horizontais

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Bordas Verticais

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

Figura 4. Máscaras para o cálculo do operador de Prewitt.

O OPERADOR DE SOBEL

O operador de Sobel também utiliza máscara 3x3, o qual pode ser descrito utilizando duas máscaras mostradas na figura 5, resultando em um valor da borda na horizontal e outro valor da borda na vertical:

Bordas Verticais

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

Bordas Horizontais

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

Figura 5. Máscara para o cálculo do operador de Sobel

MATERIAL E MÉTODOS

O processamento das imagens teve como objetivo destacar as bordas dos órgãos. Para isso utilizou-se das quatro técnicas de processamento das imagens para detecção de bordas descritas anteriormente: Gradiente, Prewitt, Sobel e Roberts. O objetivo do trabalho é a comparação visual dessas quatro técnicas na detecção dos contornos do órgãos em imagens de ressonância magnética.

Para a implementação das técnicas foi utilizado o *GNU Octave* que é um software *free*, destinado principalmente para cálculos numéricos. As imagens de ressonância magnética utilizadas são de domínio público, retiradas da *internet*, em formato jpeg.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação dos detectores de bordas apresentados e discutidos anteriormente.

A figura 6 mostra uma ressonância magnética do abdômen. Na imagem (B) foi utilizada o operador gradiente. Esse operador apresentou as bordas dos rins e órgãos internos com uma melhor detecção, embora essa detecção apresente mais ruído que as outras técnicas. Já a imagem (D), que utilizou filtro de operador Prewitt, detectou melhor a borda da coluna.

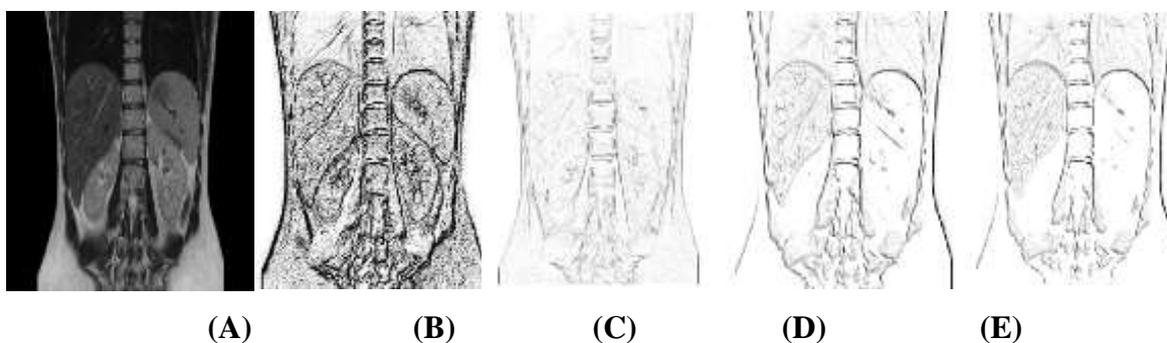


Figura 6 – Ressonância do abdômen: (A) imagem original; (B) operador gradiente; (C) Roberts; (D) Prewitt; (E) Sobel.

A figura 7 mostra a ressonância magnética de uma cabeça, onde a imagem (B), que utilizou o operador gradiente, detectou melhor borda da boca e apresentou mais detalhes da massa encefálica, embora apresente mais ruído.

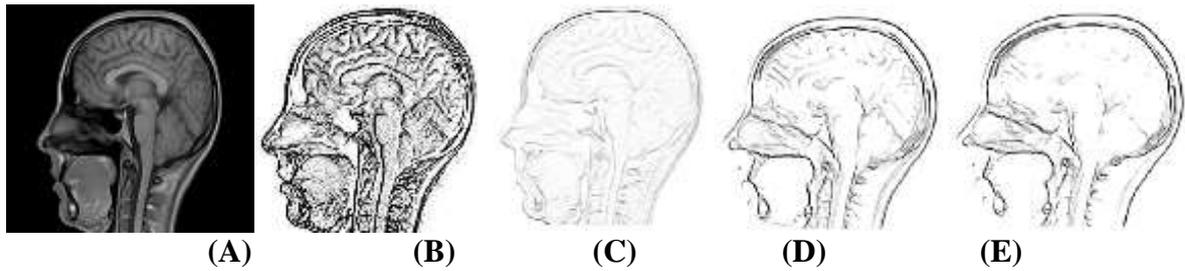


Figura 7 – Ressonância da cabeça: (A) imagem original; (B) operador gradiente; (C) Roberts; (D) Prewitt; (E) Sobel.

A figura 8 mostra a ressonância magnética do peito. A imagem (C), que o operador Roberts detectou melhor o contorno do coração, já o contorno do fígado é melhor visto na imagem (B), que utilizou o operador gradiente.

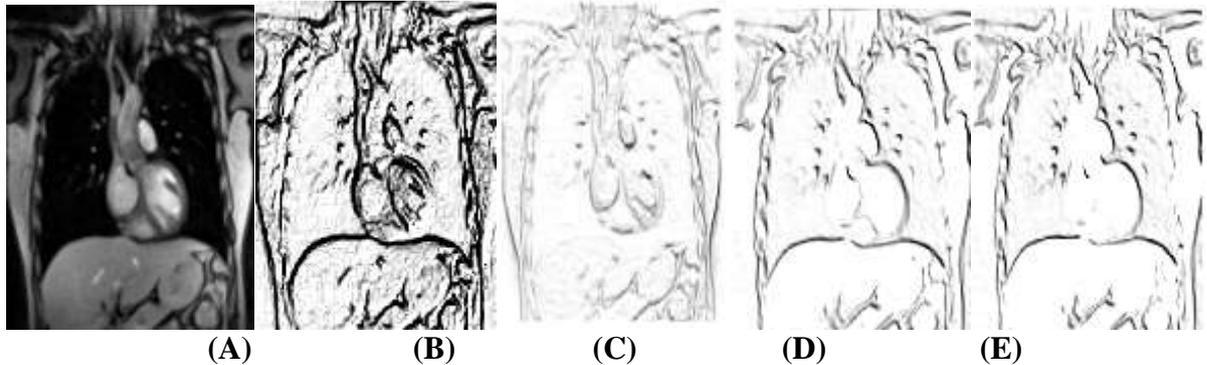


Figura 8 – Ressonância peitoral : (A) imagem original; (B) operador gradiente; (C) Roberts; (D) Prewitt; (E) Sobel.

A figura 9 mostra a ressonância magnética cerebral. A imagem (D) mostra o resultado com operador Prewitt, que detectou melhor o contorno do cérebro, enquanto a imagem (B), resultado com o operador gradiente, detectou melhor as bordas das córneas.

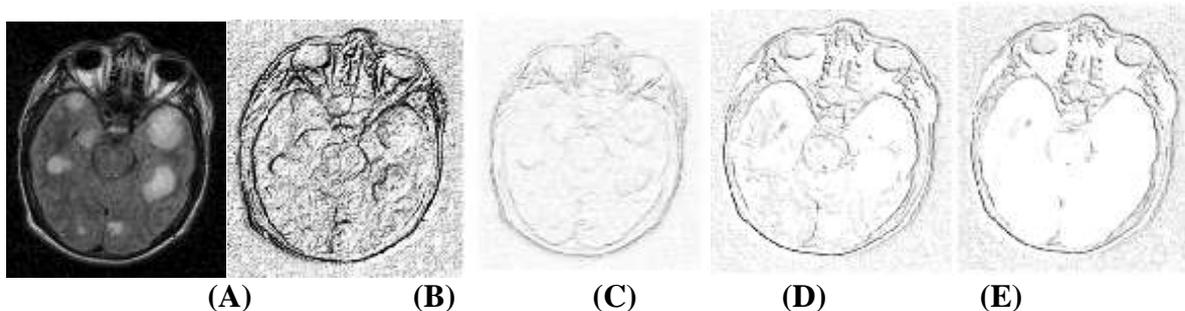


Figura 9 – Ressonância cerebral: (A) imagem original; (B) operador gradiente; (C) Roberts; (D) Prewitt; (E) Sobel.

A figura 10 mostra outra imagem de ressonância magnética cerebral onde a imagem (B), resultado com operador gradiente apresentou-se com mais ruídos em comparação com as outras imagens. A imagem que detectou um resultado um pouco melhor foi a imagem (E) resultado com o operador de Sobel.

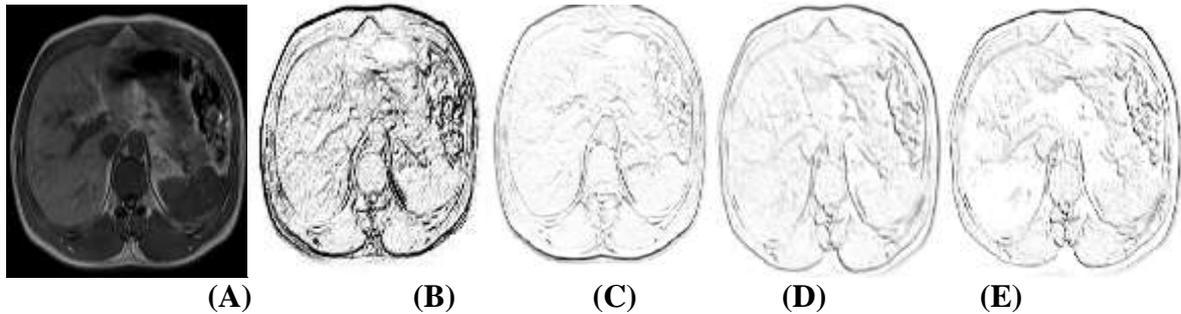


Figura 10 – Ressonância cerebral 2: (A) imagem original; (B) operador gradiente; (C) Roberts; (D) Prewitt; (E) Sobel.

A figura 11 mostra a ressonância magnética de uma mão. A imagem (E), resultado da aplicação do operador de Sobel, detectou melhor as bordas dos ossos da mão, com menos ruído que o operador gradiente.

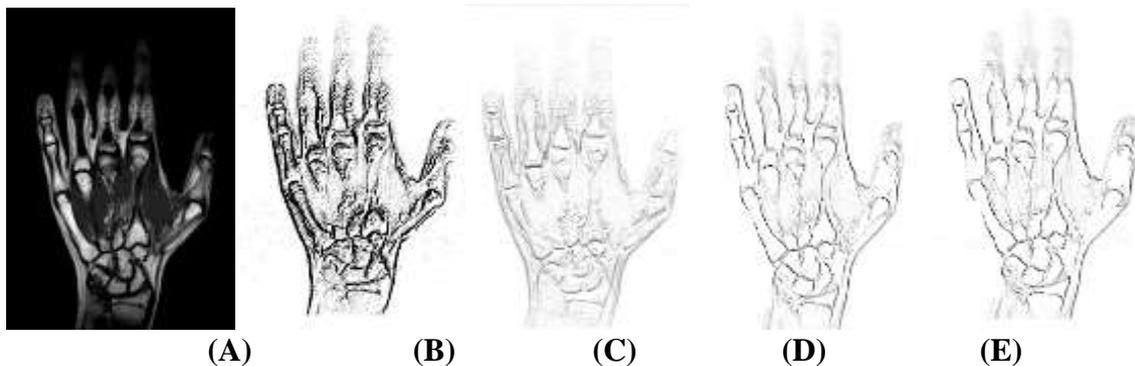


Figura 11 – Ressonância da mão: (A) imagem original; (B) operador gradiente; (C) Roberts; (D) Prewitt; (E) Sobel.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados pode-se concluir:

- 1- O operador de gradiente na maioria das imagens detecta mais pontos do que os outros operadores utilizados nesse trabalho e apresenta melhor resultado na detecção dos contornos dos órgãos e ossos que os outros operadores embora, não se possa garantir sempre um melhor efeito.
- 2- O operador de gradiente apresentou mais ruídos do que os outros operadores utilizados.
- 3- Os operadores de Roberts, Sobel e Prewitt apresentam resultados similares, não implicando que sempre resultará em fracasso em termos de visualização dos contornos dos órgãos.
- 4- Os operadores podem ser utilizados como ferramenta na melhoria da imagem final gerada por ressonância magnética uma vez que detectam o contorno do órgão, facilitando o diagnóstico de algumas patologias.

REFERÊNCIAS

Exame de Tomografia Computadorizada. Disponível em: <

www.institutojoserocha.com/o-que-tomografia.php>. Acesso em 26 out. 2016.

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E., **Processamento De Imagens Digitais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2000.501p.

O que é ressonância magnética?. Disponível em:< <http://www.institutojoserocha.com.br/o-que-e-ressonancia-magnetica.php>>. Acesso em: 26 out. 2016.

RUMACK, Carol M. et al. **Tratado de ultra sonografia diagnóstica**. 3a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2003.

SILVA, Marcos Aurélio da. **Raios X**. Disponível

em:<<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/raio-x.htm>>. Acesso em: 26 out. 2016.